

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-041244

(43)Date of publication of application : 13.02.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/268

H01L 21/20

H01L 29/786

H01L 21/336

(21)Application number : 08-213162

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 24.07.1996

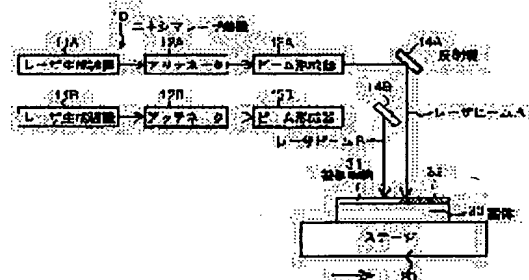
(72)Inventor : NOGUCHI TAKASHI

## (54) LASER TREATING APPARATUS AND MANUFACTURING METHOD OF SEMICONDUCTOR DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a laser treating apparatus capable of improving the crystallinity of a work such as semiconductor film, making the crystallinity uniform and attaining a high through-put.

**SOLUTION:** A laser treating apparatus comprises an excimer laser unit 10 capable of emitting pulse-like and parallel laser beams, and stage 20 having means for moving a work 31 mounted thereon, relative to the beams, approximately perpendicularly to the length of the linear beams, thereby the beam irradiating regions of the work 31 being different.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 03.12.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-41244

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月13日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	21/268		H 0 1 L 21/268	Z
	21/20		21/20	
	29/786		29/78	6 2 7 G
	21/336			6 2 7 F

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-213162

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月24日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 野口 隆

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

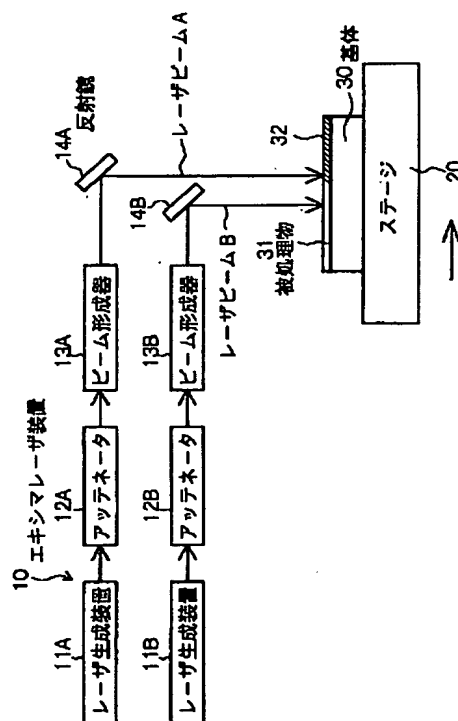
(74) 代理人 弁理士 山本 孝久

(54) 【発明の名称】 レーザ処理装置及び半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体薄膜といった被処理物の結晶性を向上させることができ、あるいは又、結晶性を均一化することができ、しかも高いスループットを達成し得るレーザ処理装置を提供する。

【解決手段】 レーザ処理装置は、(イ) 複数の線状のレーザビーム A、B をパルス状に且つ互いに平行に射出し得るエキシマレーザ装置 10、及び、(ロ) 被処理物 31 を載置し、レーザビーム A、B と被処理物 31 との相対的な位置を、該線状のレーザビーム A、B の長手方向と略直角方向に移動させる移動手段を備えたステージ 20 を具備し、それぞれのレーザビーム A、B が被処理物 31 を照射する領域は異なる。



## 1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】(イ)複数の線状のレーザビームをパルス状に且つ互いに平行に射出し得るエキシマレーザ装置、及び、

(ロ)被処理物を載置し、レーザビームと被処理物との相対的な位置を、該線状のレーザビームの長手方向と略直角方向に移動させる移動手段を備えたステージ、を具備し、それぞれのレーザビームが被処理物を照射する領域は異なることを特徴とするレーザ処理装置。

【請求項2】(イ)複数の線状のレーザビームをパルス状に且つ互いに平行に射出し得るエキシマレーザ装置、及び、

(ロ)被処理物を載置し、レーザビームと被処理物との相対的な位置を、該線状のレーザビームの長手方向と略直角方向に移動させる移動手段を備えたステージ、を具備し、それぞれのレーザビームが被処理物を照射する領域は異なるレーザ処理装置を用いた半導体装置の製造方法であって、

該被処理物は、基体に形成された非単結晶シリコン層から成り、該非単結晶シリコン層に複数のレーザビームをパルス状に照射することによって結晶化シリコン層を形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】基体は、ガラス基板上に形成されたシリコン酸化膜から成り、非単結晶シリコン層に複数のレーザビームをパルス状に照射することによって形成された結晶化シリコン層に、チャネル領域及びソース・ドレイン領域を形成することを特徴とする請求項2に記載の半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ処理装置及び半導体装置の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】基体上に形成されたシリコン単結晶粒子群から成る多結晶シリコン薄膜が、薄膜トランジスタ

(以下、TFTと略す)やSOI技術を応用した半導体装置といった各種の半導体装置、太陽電池に用いられている。

【0003】半導体装置の分野においては、例えば、TFTを負荷素子に用いた積層型SRAMが提案されている。また、TFTは、LCD用液晶パネルにも使用されている。例えば、キャリア移動度( $\mu$ )や導電率

( $\sigma$ )、オン電流特性、サブスレッショルド特性、オン/オフ電流比といった電気的特性に高性能を要求されるTFTにおいては、通常、シリコン単結晶粒子群から成る多結晶シリコン薄膜が用いられる。そして、シリコン単結晶粒子の大きさを大きくし(大粒径化)、併せて双晶密度を低減させてシリコン単結晶粒子内のトラップ

## 2

密度を低下させることによって、SRAMやTFTの特性の向上を図る努力が進められている。また、例えばLCD用液晶パネルを構成するためにTFTを形成する場合、透明絶縁性基板の大型化、低製造コスト化が強く要求されている。

【0004】かかる多結晶シリコン薄膜の電気的特性を向上させるために、ELA技術(Excimer Laser Anneal、エキシマレーザを用いた溶融結晶化技術)が注目を浴びている。ELA技術においては、エキシマレーザビームの照射によって比較的低温において非晶質シリコン薄膜の結晶化を行うことができるため、低融点ガラス等の低コストの透明絶縁性基板を使用することができる。また、パルス状の線状エキシマレーザビームをオーバーラップさせながら非晶質シリコン薄膜に照射することによって、比較的大面積の非晶質シリコン薄膜を多結晶シリコン薄膜に効率よく転換することができる。このような技術は、例えば、文献”Crystallization of Amorphous Silicon By Excimer Laser Annealing with a Line Shaped Beam Having a Gaussian Profile”, Y.M. John, et al., Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 33 (1994), pp L1438-L1441 や、文献”Fabrication of Low-Temperature Bottom-Gate Poly-Si TFTs on Large-Area Substrate by Linear-Beam Excimer Laser Crystallization and Ion Doping Method”, H. Hayashi, et al., IDEM 95-829 から公知である。

【0005】ここで、オーバーラップとは、パルス状のレーザビームが照射された被処理物の領域と、次にパルス状のレーザビームが照射された被処理物の領域との間に、重なりがあることを意味する。尚、線状のレーザビームの幅をW、レーザビームの1回の移動量をL(但し、 $L \leq W$ )としたとき、オーバーラップ量OLは、 $(1 - L/W)$ で表すことができる。一方、レーザビームの移動割合Rは、 $L/W$ で表すことができる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】多結晶シリコン薄膜の結晶性を向上させ、あるいは又、結晶性を均一化し、例えばTFTの性能を向上させるためには、パルス状のエキシマレーザビームのオーバーラップ量OLを大きくする必要がある。あるいは又、文献”A Fabrication of Homogenous Poly-Si TFT's Using Excimer Laser Annealing”, I. Asai, et al, Extended Abstracts of the 1992 International Conference on Solid State Devices and Materials, Tsukuba, 1992, pp55-57 から公知のように、エキシマレーザビームのエネルギー密度を変えて2回のエキシマレーザビームの照射を行う必要がある。近年、高いパルス周波数で大出力のエキシマレーザビームをパルス状に射出し得るエキシマレーザ装置(例えば、パルス周波数300Hz、照射エネルギー1J/cm<sup>2</sup>)が開発されているが、2回のエキシマレーザビームの照射を行うことは高性能のTFTを製造する上で

極めて効果的である。

【0007】しかしながら、これらの操作では、スループットが低く、高い生産性を得ることができない。例えば、レーザビームの幅 $W=0.5\text{ mm}$ 、レーザビームの1回の移動量 $L=0.05\text{ mm}$ 、オーバーラップ量 $OL=0.90$ 、パルス周波数を $200\text{ Hz}$ とし、長さ $400\text{ mm}$ の非品質シリコン薄膜を1回走査したとき、走査に要する時間は、 $400/0.05/200=40$ 秒となる。従って、2回の走査には80秒以上が必要とされる。

【0008】従って、本発明の目的は、例えば半導体薄膜といった被処理物の結晶性を向上させることができ、あるいは又、結晶性を均一化することができ、しかも高いスループットを達成し得るレーザ処理装置、及びかかるレーザ処理装置を用いた半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための本発明のレーザ処理装置は、(イ)複数の線状のレーザビームをパルス状に且つ互いに平行に射出し得るエキシマレーザ装置、及び、(ロ)被処理物を載置し、レーザビームと被処理物との相対的な位置を、該線状のレーザビームの長手方向と略直角方向に移動させる移動手段を備えたステージ、を具備し、それぞれのレーザビームが被処理物を照射する領域は異なることを特徴とする。

【0010】あるいは又、上記の目的を達成するための本発明の半導体装置の製造方法は、(イ)複数の線状のレーザビームをパルス状に且つ互いに平行に射出し得るエキシマレーザ装置、及び、(ロ)被処理物を載置し、レーザビームと被処理物との相対的な位置を、該線状のレーザビームの長手方向と略直角方向に移動させる移動手段を備えたステージ、を具備し、それぞれのレーザビームが被処理物を照射する領域は異なるレーザ処理装置を用いた半導体装置の製造方法であって、該被処理物は、基体に形成された非単結晶シリコン層から成り、該非単結晶シリコン層に複数のレーザビームをパルス状に照射することによって結晶化シリコン層を形成することを特徴とする。

【0011】本発明の半導体装置の製造方法においては、基体は、基板上に形成されたシリコン酸化膜から成り、非単結晶シリコン層に複数のレーザビームをパルス状に照射することによって形成された結晶化シリコン層に、チャネル領域及びソース・ドレイン領域を形成する工程を含むことができる。尚、基板として、シリコン半導体基板、石英基板、ソーダライムガラス基板、無アルカリガラス基板、ホウケイ酸ガラス基板等を挙げることができるが、本発明のレーザ処理装置を用いることによって比較的低温で結晶化シリコン層を形成することができるが故に、ガラス基板を用いることが半導体装置の製

造コストの低減の面から好ましい。

【0012】ここで、非単結晶シリコン層とは、具体的には、非品質シリコン層あるいは多結晶シリコン層を意味する。非単結晶シリコン層が非品質シリコン層である場合、結晶化シリコン層とは、多結晶シリコン層若しくは単結晶シリコン層を意味する。更に、非単結晶シリコン層が多結晶シリコン層である場合、結晶化シリコン層とは、単結晶シリコン層を意味する。

【0013】本発明の半導体装置の製造方法にて製造される半導体装置として、例えばLCD用液晶パネルに使用されるトップゲート型若しくはボトムゲート型の薄膜トランジスタや、SOI技術を応用した半導体装置(例えば、積層型SRAMの負荷素子としての薄膜トランジスタ)やMOS型半導体装置といった各種の半導体装置を例示することができる。

【0014】レーザビームと被処理物との相対的な位置の移動は、レーザビームが被処理物を照射していない状態で行うことが好ましい。即ち、パルス状のレーザビームの射出と射出との間に、レーザビームと被処理物との相対的な位置の移動を行うことが好ましい。エキシマレーザ装置としては、例えば、 $308\text{ nm}$ の波長を有するXeClエキシマレーザ装置を例示することができる。移動方向に沿って測った線状のレーザビームの幅( $W$ )は任意であり、例えば、 $40\text{ }\mu\text{ m}$ 乃至約 $1\text{ mm}$ とすればよい。レーザビームによって被処理物が照射される領域と領域との間の距離 $D$ (隙間)、あるいは、レーザビームと被処理物との相対的な位置の移動量 $L$ は、線状のレーザビームの幅( $W$ )や必要とされるオーバーラップ量 $OL$ 、レーザビームの照射エネルギー、レーザビームのパルス周波数等に基づき、決定すればよい。尚、オーバーラップ量 $OL$ は、 $1-L/W$ (但し、 $L\leq W$ )で表される。被処理物に依っては、オーバーラップは無くともよい。

【0015】エキシマレーザ装置に備えられたレーザ生成装置から射出された1本のレーザビームを複数本のレーザビームに分割してもよいし、複数のレーザ生成装置を備え、それぞれのレーザ生成装置からレーザビームを射出してもよい。それぞれのレーザビームの照射エネルギー量、パルス幅、パルス周波数、線状のレーザビームの幅( $W$ )は、同じであっても異なってもよい。また、それぞれのパルス状のレーザビームを同期させてもよいし、させなくともよい。

【0016】線状のレーザビームの長さは任意であるが、被処理物の幅程度の長さを有することが、スループット向上の観点から好ましい。尚、被処理物の幅とは、線状のレーザビームの長手方向と平行な方向に沿って測った被処理物の寸法であり、被処理物の長さとは、線状のレーザビームの長手方向と直角の方向に沿って測った被処理物の寸法である。

【0017】線状のレーザビームの長手方向の縁部にお

けるエネルギーの立ち上がりは極めてシャープであることが好ましく、そのために、エキシマレーザ装置には、干渉フィルター一種であるアッテネータ（減衰器）及びレーザビームを矩形状に均一化するビーム形成器が更に備えられていることが好ましい。

【0018】尚、エキシマレーザ装置を固定し、ステージを移動させてもよいし、ステージを固定し、エキシマレーザ装置を移動させてもよいし、あるいは又、ステージ及びエキシマレーザ装置の両方を移動させてもよい。ステージとして、所謂XYステージあるいはXYテーブルを例示することができるが、これらに限定されるものではない。尚、レーザビームと被処理物との相対的な位置の移動方向は、線状のレーザビームの長手方向と厳密に直角方向である必要はない。

【0019】本発明においては、複数の線状のレーザビームをパルス状に且つ互いに平行に射出し得るエキシマレーザ装置を用いるので、被処理物に対する1回のレーザビーム走査によって、レーザビームの本数に相当する回数だけ、レーザビームの被処理物への照射が行われる。従って、スループットの低下を招くことなく、被処理物に対する熱処理を均一に行うことができる。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、発明の実施の形態（以下、単に実施の形態と略する）に基づき本発明を説明する。

【0021】（実施の形態1）実施の形態1のレーザ処理装置の概念図を図1に示す。このレーザ処理装置は、エキシマレーザ装置10、並びに、モータ及びギアの組み合わせから成る移動手段（図示せず）を備え、そして被処理物を載置するステージ20から構成されている。より具体的には、ステージ20は、周知のXYステージから構成されている。移動手段は、レーザビームと被処理物との相対的な位置を、線状のレーザビームの長手方向と略直角方向に移動させる。尚、図1において、線状のレーザビームの長手方向は、紙面垂直方向と一致している。2本のレーザビームが被処理物31を照射している状態を、図3に模式的な斜視図で示す。尚、図3においては、被処理物31をELA技術にて処理することによって得られた処理済みの領域32に斜線を付した。

【0022】エキシマレーザ装置10には、線状のレーザビームをパルス状に射出するレーザ生成装置11A、11B、干渉フィルター一種であるアッテネータ（減衰器）12A、12B、レーザビームを矩形状に均一化するビーム形成器13A、13B、及び反射鏡14A、14Bが更に備えられている。レーザ生成装置11Aから射出された線状のレーザビームAは、アッテネータ12A、ビーム形成器13A及び反射鏡14Aを経由して、ステージ20上に載置された基体30の上に形成された被処理物31を照射する。同様に、レーザ生成装置11Bから射出された線状のレーザビームBは、アッ

テネータ12B、ビーム形成器13B及び反射鏡14Bを経由して、ステージ20上に載置された基体30の上に形成された被処理物31を照射する。2本のレーザビームA及びレーザビームBは、互いに平行である。そして、図3にも示すように、それぞれのレーザビームA、Bによって被処理物31が照射される領域は異なる。

【0023】（実施の形態2）実施の形態2のレーザ処理装置の概念図を図2に示す、このレーザ処理装置においては、レーザ生成装置11は1つである。そして、レーザ生成装置11から射出されたパルス状の線状のレーザビームは、ハーフミラー15によって、2つのレーザビームA、Bに分割される。分割されたレーザビームAは、アッテネータ12A、ビーム形成器13A及び反射鏡14Aを経由して、ステージ20上に載置された基体30の上に形成された被処理物31を照射する。同様に、分割されたレーザビームBは、アッテネータ12B、ビーム形成器13B及び反射鏡14Bを経由して、ステージ20上に載置された基体30の上に形成された被処理物31を照射する。この構造のレーザ処理装置においても、2本のレーザビームA及びレーザビームBは、互いに平行であり、そして、図3にも示すように、それぞれのレーザビームA、Bによって被処理物31が照射される領域は異なる。

【0024】（実施の形態3）実施の形態3においては、実施の形態1にて説明したレーザ処理装置を用いて、ボトムゲート構造を有するn型薄膜トランジスタを作製した。この半導体装置の作製にあたっては、先ず、ガラス基板40の表面にSiO<sub>2</sub>から成る絶縁層41を形成した後、不純物がドーピングされた多結晶シリコン層を全面にCVD法にて堆積させた。そして、かかる多結晶シリコン層をパターニングして、ゲート電極42を形成した。次に、CVD法にて全面にSiO<sub>2</sub>層から成る基体43を形成した。このSiO<sub>2</sub>層から成る基体43はゲート酸化膜としても機能する。

【0025】次に、SiO<sub>2</sub>層から成る基体43上に、被処理物である厚さ40nmの非晶質シリコン層44（非単結晶シリコン層）をPECVD法にて成膜した（図4の（A）参照）。そして、形成された非晶質シリコン層44にエキシマレーザビームをパルス状にて照射し（図4の（B）参照）、SiO<sub>2</sub>層43上にシリコン単結晶粒子群から成る多結晶シリコン層45（結晶化シリコン層）を形成した（図5の（A）参照）。エキシマレーザビームの照射条件等を、以下の表1に示す。また、図4の（B）において、前回のエキシマレーザビームが照射された非晶質シリコン層44の領域を点線で表し、今回のエキシマレーザビームが照射された非晶質シリコン層44の領域を一点鎖線で表した。尚、レーザビームAとレーザビームBによって非晶質シリコン層44が照射される領域と領域との間の距離（隙間）Dを、例えば0.5mmとした。

【0026】

【表1】

## レーザービームA

種類	: XeClエキシマレーザー (波長308nm)
照射量	: 320mJ/cm <sup>2</sup>
パルス幅	: 約26ns
周波数	: 約200Hz
ビーム形状	: 幅(W <sub>1</sub> ) 400μm×長さ150mmの矩形形状
移動量L <sub>1</sub>	: 4μm
移動量割合R <sub>1</sub>	: 1% (=4μm/400μm×100)

## レーザービームB

種類	: XeClエキシマレーザー (波長308nm)
照射量	: 320mJ/cm <sup>2</sup>
パルス幅	: 約26ns
周波数	: 約200Hz
ビーム形状	: 幅(W <sub>2</sub> ) 400μm×長さ150mmの矩形形状
移動量L <sub>2</sub>	: 4μm
移動量割合R <sub>2</sub>	: 1% (=4μm/400μm×100)

【0027】PECVD法にて成膜された非晶質シリコン層44中には、通常、水素が閉じ込められているので、通常のエキシマレーザーアニール処理を施す場合には、それに先立ち、400°C×2時間程度の熱処理を非晶質シリコン層に施すことによって水素の除去を行っている。このような水素除去処理を行わないと、エキシマレーザーアニール処理を施したとき、多結晶シリコン層内に気泡やボイドが発生する。一方、本発明のように、1段階目のエキシマレーザーのエネルギー密度を2段階目のエキシマレーザーのエネルギー密度よりもやや低くし、2段階のエキシマレーザーアニール処理を施すことによって、非晶質シリコン層44から得られる多結晶シリコン45の特性が向上するだけでなく、このような水素除去処理が不要となる。

【0028】その後、形成された多結晶シリコン層45のソース・ドレイン領域を形成すべき領域に不純物のイオン注入を施し、次いで、イオン注入された不純物を活性化することによって、ソース・ドレイン領域46及びチャネル領域47を形成した。そして、全面に、例えばSiO<sub>2</sub>から成る絶縁層48をCVD法にて堆積させた後、ソース・ドレイン領域46の上方の絶縁層48に、フォトリソグラフィ技術及びRIE技術を用いて開口部を形成した。そして、この開口部内を含む絶縁層48上にアルミニウム合金から成る配線材料層をスパッタ法にて堆積させた後、配線材料層をパターニングして、絶縁層48上に配線49を完成させた(図5の(B)参照)。この配線49は、開口部内に埋め込まれた配線材料層を介して、ソース・ドレイン領域46と接続されている。

【0029】以上、本発明を、発明の実施の形態に基づき説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。発明の実施の形態にて説明したレーザー処理装置の構造や半導体装置の製造条件、半導体装置の構造は例示で

あり、適宜設計変更することができる。発明の実施の形態においては2本のレーザービームを被処理物に照射したが、3本以上のレーザービームを被処理物に照射してもよい。本発明のレーザー処理装置で処理し得る被処理物は非晶質シリコン層に限定されるものではなく、如何なる被処理物をも熱処理することができるし、半導体装置の製造にのみ適用されるものではなく、例えば太陽電池の製造等に適用することができる。また、ステージを固定し、エキシマレーザー装置自体を移動させてもよいし、エキシマレーザー装置に備えられた反射鏡を回転させることによってレーザービームと被処理物との相対的な位置を移動させてもよい。

【0030】半導体装置の製造方法の説明においては、SiO<sub>2</sub>層上に非晶質のシリコン層を形成したが、その代わりに多結晶のシリコン層を形成してもよい。非晶質シリコン層にエキシマレーザービームをパルス状にて照射する際、基体を加熱しておいてもよい。場合によっては、例えばエッチバックを行うことで、非晶質シリコン層の表面の平坦化を行ってもよい。

## 【0031】

【発明の効果】本発明においては、被処理物に対して1回のレーザービーム走査によって、レーザービームの本数に相当する回数だけ、レーザービームの被処理物への照射を行うことができるので、スループットの低下を招くことが無く、しかも、被処理物に対する熱処理を均一に行うことができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のレーザー処理装置の概念図である。

【図2】図1に示したとは別の構造を有する本発明のレーザー処理装置の概念図である。

【図3】2本のレーザービームが被処理物である非晶質シリコン層を照射している状態を示す模式的な斜視図である。

【図4】 発明の実施の形態3における半導体装置の製造方法を説明するための基板等の模式的な一部断面図である。

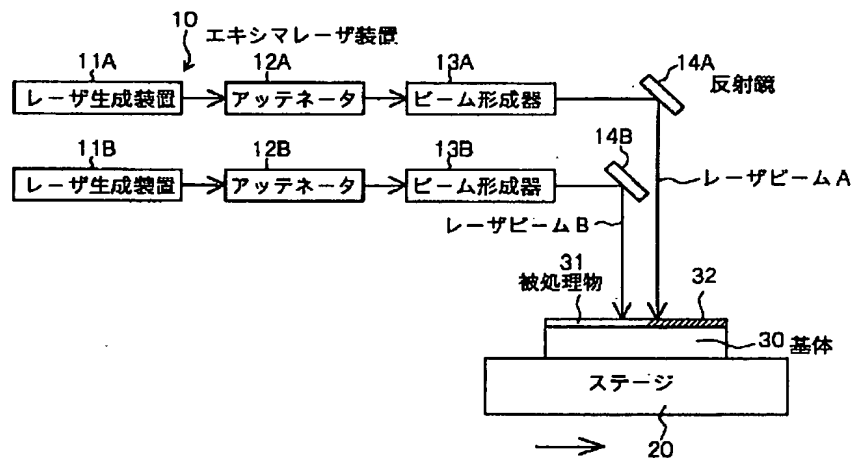
【図5】 図4に引き続き、発明の実施の形態3における半導体装置の製造方法を説明するための基板等の模式的な一部断面図である。

【符号の説明】

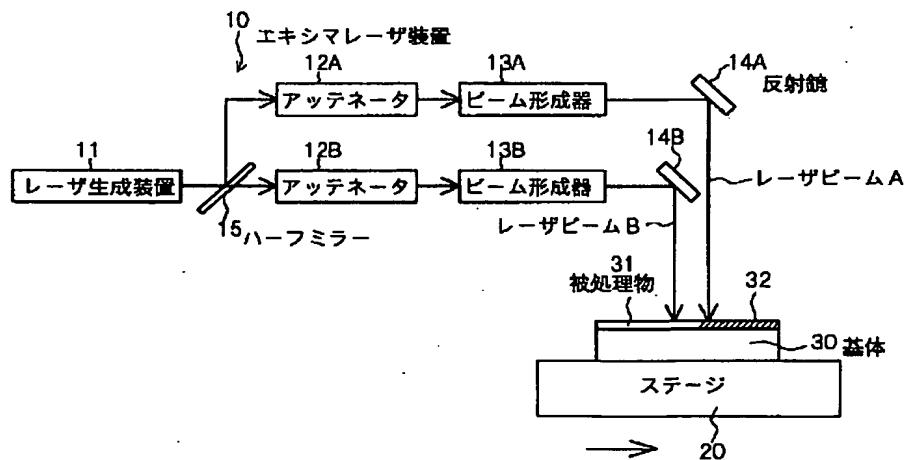
10・・・エキシマレーザー装置、11、11A、11B  
・・・レーザー生成装置、12A、12B・・・アッテネ

ータ、13A、13B・・・ビーム形成器、14A、14B・・・反射鏡、15・・・ハーフミラー、20・・・ステージ、30・・・基板、31・・・被処理物、32・・・多結晶シリコン層、40・・・ガラス基板、41・・・絶縁層、42・・・ゲート電極、43・・・基板、44・・・非晶質シリコン層、45・・・多結晶シリコン層、46・・・ソース・ドレイン領域、47・・・チャンネル領域、48・・・絶縁層、49・・・配線

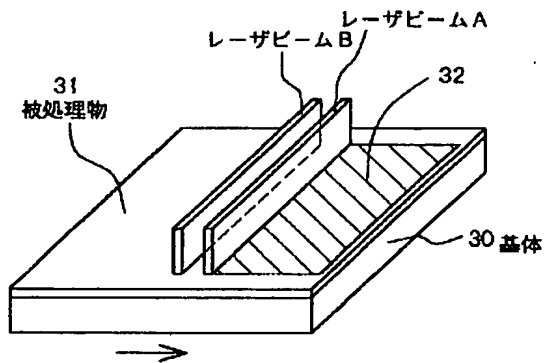
【図1】



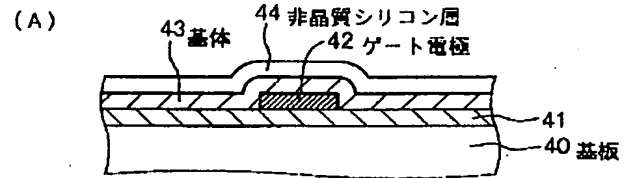
【図2】



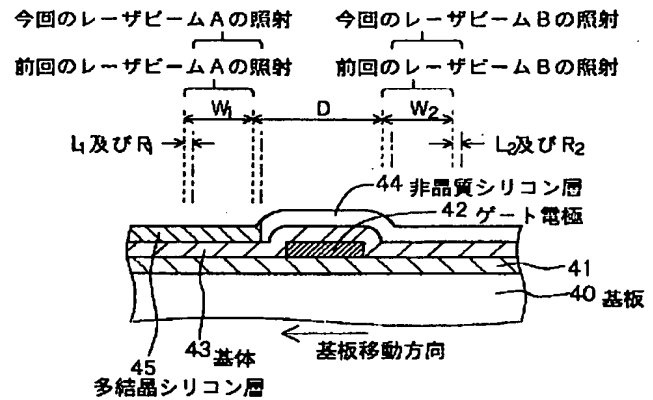
【図3】



【図4】

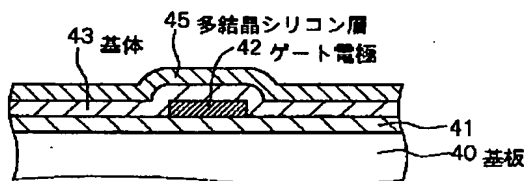


(B)



【図5】

(A)



(B)

